

тельные площади, а также имеют большой объем строительных работ и требуют хорошо обученного обслуживающего персонала.

В настоящее время различными фирмами разрабатываются и внедряются более современные и компактные установки очистки сточных вод от автомоек производительностью до 100 м³/ч. Характерной особенностью этих установок является совмещение различных методов механической очистки воды (отстаивание, флотация и фильтрация через разнообразные пористые фильтрующие материалы) в одном блоке, что значительно сокращает затраты на строительство сооружений и его эксплуатацию. В то же время, стоимость их остается достаточно высокой, а обслуживание требует постоянного внимания и не допускает перерывов в работе. Пуск таких сооружений в эксплуатацию и обслуживание требуют наличия высококвалифицированного и обученного персонала.

Учитывая возрастающую потребность в создании малогабаритных, дешевых и высокоэффективных установок для очистки сточных вод автомоек, на кафедре водоснабжения и канализации ПермГТУ были проведены экспериментальные исследования по отработке технологии и созданию блока очистки таких сточных вод производительностью до 3 м³/ч. Блок включает в себя следующую группу устройств:

- сетчатый фильтр, предназначенный для выделения из воды крупных примесей (бумага, тряпки, и пр.);
- тонкослойный отстойник для отделения мелкодисперсной взвеси и плавающих нефтепродуктов;
- безнапорный флотатор для очистки воды от СПАВ;
- напорный фильтр с полиуретановой загрузкой.

Очищенные по такой схеме сточные воды содержат взвешенных веществ 15 мг/л и нефтепродуктов 5 мг/л, что позволяет использовать их повторно в процессе мойки автомашин. Осадок из тонкослойного отстойника обрабатывается на напорном гидроциклоне и в дальнейшем используется для планировки дорожных покрытий. Всплывшие нефтепродукты собираются в промежуточную емкость и периодически вывозятся на заводы ЖБК. Оригинальная конструкция полиуретанового фильтра, разработанная авторами, позволяет производить регенерацию загрузки непосредственно в аппарате.

В процессе эксплуатации оборудования возникает необходимость периодической продувки системы оборотного водоснабжения с целью снижения общего солесодержания. При этом часть сточных вод (около 10%) непрерывно выводится из системы и сбрасывается в канализацию или на рельеф местности. Для обеспечения требуемых норм сброса устраивается блок доочистки сточных вод производительностью 0,5 м³/ч, состоящий из двухступенчатых сорбционных фильтров. Восполнение потерь воды осуществляется из технического или хозяйственного водопровода.

В настоящее время выполнен проект очистных сооружений, который согласован с органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора и внедрен на двух автомойках г. Москвы.

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

проф. Ю.И. СУХАРЕВ, к. т. н. И.А. АРКАНОВА, Е.Н. КОЗЬМИНА

Южно-Уральский государственный университет

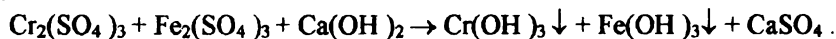
Кожевенное производство является одной из тех отраслей легкой промышленности, которое на свои нужды расходует большие объемы воды и, следовательно, образуются большие количества сточной жидкости. Сточные воды кожевенных заводов относятся к высококонцентрированным. Поэтому сточные воды подлежат обязательной предварительной очистке на локальных заводских очистных сооружениях. Для снижения потребления воды на технологические нужды кожевенного завода (г. Бугульма) необходимо создать замкнутый цикл водоснабжения с использованием локальной системы обезвреживания токсичных сточных вод.

Сульфиды поступают в сточные воды от процессов золени (1,04...16,1 г/л), их количество зависит от методов золени. Значительное количество сульфидов содержится также в промывных водах после золени. Наличие большого количества неиспользованных сульфидов (более 50 %) в отработанных зольных растворах свидетельствуют о целесообразности повторного использования этих растворов, тем более, что при выделке кож старый зольный раствор имеет ряд преимуществ перед свежим. Наличие их в сточной воде обуславливает неприятный запах, вызывает коррозию трубопроводов. На кожевенных заводах отмечены случаи разрушения железобетонных коллекторов, транспортирующих сточные воды, содержащие сульфиды.

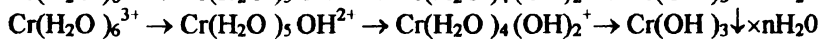
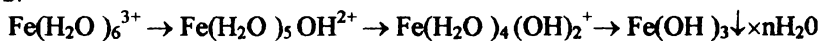
В отработанных растворах хромовых солей и промывных вод остается 22...28 % оксида хрома, расходуемого на дубление кож. Концентрация хрома в общих стоках кожевенного завода, выпускающего кожи хромового дубления, достигает 550 мг/л (в среднем 190 мг/л), а содержание его в отработанных дубильных жидкостях составляет 9 - 10 г/л, в среднем 4 - 6 г/л. Соли хрома являются токсичными веществами и поэтому присутствие их в сточной воде крайне нежелательно.

Была проведена экспериментальная работа по обезвреживанию хром- и сульфидсодержащих сточных вод методами соосадительной технологии ("Talbot-процесс").

Применение железосодержащих реагентов ускоряет процесс соосаждения продуктов реакции



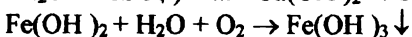
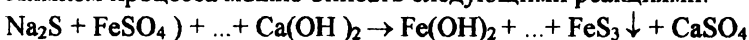
При этом совместном осаждении происходят сложные физико-химические процессы, которые зависят от pH среды, времени осаждения, типа и концентрации комплексообразующих агентов:



Соосаждение $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и $\text{Fe}(\text{OH})_3$ позволяет получить меньшее количество осадка, чем при обычном использовании $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ в качестве коагулянта. Реагенты применяются в количестве меньшем, чем это требуется по стехиометрии, а главное, достигается содержание Cr^{3+} значительно меньше ПДК. Это доказано проведенными экспериментами и подтверждается литературными данными.

Процессы обработки сульфидсодержащих сточных вод происходят при pH 9...9,5, для чего использовали известковое молоко после внесения в систему железосодержащих реагентов. Соединения железа взаимодействуют с поверхностью свежесоосажденного FeS и образуют сложный по составу осадок, включающий $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и FeS.

Химизм процесса можно описать следующими реакциями:



Эффект очистки сточных вод по хрому достигал ~ 100 % (остаточное содержание Cr^{3+} менее 0,004 мг/л). Эффект очистки по сульфидам составил 99,9 % ($\text{S}^{2-} = 0,017$ мг/л).

Расчет требуемого количества реагентов был выполнен с учетом стехиометрических коэффициентов, качества товарного продукта, его растворимости в воде при нагревании.

В очистных сооружениях запроектировано две технологические линии для обезвреживания каждого вида стоков и предусмотрено свое оборудование.

В емкостях-усреднителях происходит выравнивание концентрации отработавших растворов. Из емкости-усреднителя хромсодержащие стоки насосным агрегатом подаются в реактор. В этот же реактор подается сульфат железа в количестве эквивалентном содержанию $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ в отработанном рабочем растворе. По истечению 10 минут в этот же раствор добавляют известковое молоко. В реакторе происходят процессы с образованием гидроксидов хрома и железа, а также труднорастворимого CaSO_4 . Затем в тот же реактор подается раствор серной кислоты для снижения pH до 6,5...8,5. Продукты реакции подаются на микрофльтрационную установку с керамическими патронами. Осадок собирается в специальной емкости, куда подается полиакриламид (ПАА), необходимый для интенсификации процесса сгущения. Сгущенный осадок направляется на барабанный сетчатый фильтр.

Для обезвреживания сульфидсодержащих стоков использовали раствор железного купороса ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), в количестве эквивалентном содержанию Na_2S в отработанном рабочем растворе, а также известковое молоко. Для корректировки pH добавляли серную кислоту. Обработанный сток подавали на микрофльтрационную установку, а осадок собирали в специальную емкость. Сточные воды после очистки от процессов золени и хромирования объединяются и возвращаются в производство, а осадки вывозятся на полигон.

Таким образом, соосодительная технология ("Talbot-процесс") является весьма перспективным реагентным методом очистки промышленных стоков от хрома (Cr^{3+}) и сульфидов.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЁТА И МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

доц. А.В.НЕКРАСОВ, инж. А.В.БОТАЛОВ

Уральский государственный технический университет

В настоящее время рынок программного обеспечения для расчета трубопроводных систем водо- и теплоснабжения формируется в основном сложными и дорогостоящими многофункциональными программами. Они позволяют осуществлять весь комплекс работ по проектированию сетей, начиная от гидравлического расчета и кончая подготовкой конструкторской документации. Ряд программ требуют для своей работы наличия других программных средств, таких как AutoCAD или геоинформационных систем (ГИС). Эти причины для многих вузов являются непреодолимыми преградами и не позволяют использовать современные программы в учебном процессе.

На кафедре гидравлики УГТУ-УПИ уже в течение ряда лет разрабатывается собственное программное обеспечение для расчетов гидравлических сетей. При этом преследуются следующие основные цели: программа должна рассчитывать любые сети, иметь максимально упрощенные средства управления, ясно и наглядно представлять результаты расчетов, иметь возможность моделировать работу сети в различных режимах работы (аварии, пожары и т.п.). Одна из последних версий программы, предназначенная для работы в среде Windows 95, рассматривается ниже.

Среди основных особенностей программы следует отметить прежде всего используемые в ней нетрадиционные алгоритмы и математические методы. Информация о конфигурации сети хранится в виде так называемого списка пар, т.е. каждый ее участок идентифицируется именами его вершин. В качестве расчетных уравнений используются уравнения потерь напора для каждого участка и баланса расхода для каждой вершины. Кроме того в программе используется концепция "особенных" участков [1], характеристики которых (зависимость потери напора от расхода) задает сам пользователь. Особенными участками могут быть, например, насосы, которые фактически являются участками сети с отрицательными гидравлическими сопротивлениями. В каждом узле сети нужно задать либо отбор (приток) жидкости, либо напор. Тогда второй, незаданный параметр, будет рассчитан.

Именно такой подход позволяет снять какие-либо ограничения на сложность сети. В нашем случае это позволяет рассчитывать сети с неограниченным количеством питателей различных типов и потребителей жидкости, расположенных в любых участках сети. Можно одновременно рассчитывать даже несколько несвязанных друг с другом сетей. Необходимым условием возможности расчета таких систем является наличие хотя бы одного напорного узла в каждой сети.

На любой участок могут быть установлены задвижки, степень открытия которых может быть в любой момент изменена. Любой участок можно временно отключить вообще.

Решение системы уравнений осуществляется методом дифференцирования по параметру [2], который обеспечивает очень быструю сходимость решения в широком диапазоне конструктивных параметров сети. Это позволяет использовать ее в режиме реального времени, например, в системах мониторинга.